



Ana Raquel Duarte Borges

# Produção de farinha sem glúten: valorização de subprodutos do processo de fabrico de castanha congelada

Orientador: Marta Helena Fernandes Henriques

Coorientador: Ivo Manuel Mira Rodrigues

Coimbra, 2017

Ana Raquel Duarte Borges

# Produção de farinha sem glúten: valorização de subprodutos do processo de fabrico de castanha congelada

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Coimbra  
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do  
grau de mestre em ENGENHARIA ALIMENTAR

Orientador: Marta Helena Fernandes Henriques

Coorientador: Ivo Manuel Mira Rodrigues

Coimbra, 2017

## **Agradecimentos**

A realização desta dissertação de mestrado apenas foi possível graças à ajuda, apoio e paciência das pessoas que, de forma direta ou indireta, me acompanham todos os dias e estão do meu lado tanto nas vitórias como nos fracassos.

Em primeiro lugar quero agradecer à Professora Marta Henriques e ao Professor Ivo Rodrigues, meus orientadores, que me auxiliaram, aconselharam, apoiaram e guiaram durante os últimos meses. A concretização deste trabalho sem eles não seria possível.

Aos docentes e funcionários da Escola Superior Agrária de Coimbra, em especial ao Senhor Jorge Viegas, D. Lurdes e D. Adélia pela paciência, disponibilidade e ajuda durante a execução deste trabalho.

A todos os meus amigos e colegas de mestrado que me acompanharam nesta jornada, com muitas risadas e muitos desesperos.

Aos meus amigos de sempre, Andreia, Margarida, Hugo, Joana e Mafalda, e aos que foram aparecendo ao longo da vida, que apesar do meu mau feitio e dos meus atrasos nunca me largaram.

À minha família, pelo carinho, apoio e incentivo que me deram, não só nesta fase em particular, mas sempre! Em especial aos meus avós a quem devo grande parte do que sou hoje.

Por último, aos meus pais que por mais palavras que o mundo tenha nunca vou conseguir escrever a imensidão que eles são.

## Resumo

Durante o processamento industrial de calibração, pelagem e congelação de castanha geram-se grandes quantidades de subproduto (55-60%). Neste incluem-se castanhas queimadas (partes mais escuras e rijas), mal peladas, partidas e sem calibre.

Este estudo teve como principal objetivo a produção de farinha de castanha congelada através da valorização dos subprodutos da mesma. Foram aplicados dois processos diferentes: um feito a partir de subproduto de castanha cru e outro a partir de subproduto de castanha cozido. Comparou-se a farinha obtida de subproduto de castanha crua (CC) com as farinhas obtidas de subproduto de castanha cozida (CZ1, CZ2 e CZ3) com diferentes tempos de cozedura (30, 50 e 10 min, respetivamente).

Em relação à composição, cor,  $a_w$ , pH e índice de sedimentação foram observadas algumas diferenças significativas entre as farinhas produzidas, que resultaram essencialmente dos diferentes tempos de cozedura aplicados ao subproduto. Todas mostraram ser estáveis durante o seu armazenamento, à temperatura ambiente. O processo com maior rendimento foi o da farinha CC com 43,6%. Dentro das farinhas feitas a partir de subproduto de castanha cozida, a que teve rendimento superior foi a farinha CZ1 com 38,1%. Esta farinha é também a que apresenta a granulometria de menores dimensões, com 52,0% de partículas no intervalo 51-100  $\mu\text{m}$ , sendo por isso a que se adequa melhor à produção de alimentos de pastelaria.

**Palavras-chave:** *Castanea sativa* M., subproduto de castanha congelado, farinha de castanha, qualidade alimentar.

## **Abstract**

A representative amount of chestnut byproducts (55 - 60%) is generated during the industrial process of calibrating, peeling and freezing chestnuts. This byproduct includes burned chestnuts (darker and harder parts), badly peeled, broken and without proper size to be commercialized in fresh.

The main purpose of this study was the production of chestnut flour in order to valorize these byproducts. Two different processes were applied, using raw and cooked chestnut byproduct. Flour from raw chestnut (CC) was compared to cooked flours (CZ1, CZ2 and CZ3) with different cooking times (30, 50 and 10 min).

Regarding to the composition, color,  $a_w$ , pH and sedimentation index, some differences were observed among the different flours produced essentially related with the cooking time of the byproduct. During storage, at ambient temperature, all the produced flours showed to be stable over time. The highest process yield was obtained for CC flour with 43.6%. Among the cooked flours, CZ3 obtained the best yield (38.1%). This flour also presented the smallest particle sizes, with 52.0% of the particles between 51 - 100  $\mu\text{m}$  and probably the more attractive to be applied for pastry purposes.

**Keywords:** *Castanea sativa* M., frozen chestnut byproduct, chestnut flour, food quality

## Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo .....	ii
Abstract.....	iii
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
Financiamento .....	viii
1. Introdução .....	1
2. Castanha .....	2
2.1. Variedade Longal .....	7
2.2. Variedade Judia.....	9
3. Transformação da castanha em Portugal.....	11
3.1. Farinha de castanha.....	13
4. Materiais e métodos.....	14
4.1. Produção de farinha de castanha .....	14
4.1.1. Farinha de castanha crua .....	14
4.1.2. Farinha de castanha cozida .....	15
4.2. Caracterização composicional da farinha .....	19
4.3. Análises aos parâmetros da qualidade .....	20
4.4. Granulometria.....	22
4.5. Análise estatística .....	23
5. Apresentação e discussão de resultados .....	24
5.1. Produção de farinha de castanha .....	24
5.2. Composição da farinha de castanha.....	27
5.3. Qualidade da farinha de castanha .....	31
5.4. Granulometria.....	36

6. Conclusão .....	40
Bibliografia .....	41

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores nutricionais da castanha (em natureza) e respetiva dose diária recomendada.....	6
Tabela 2 - Parâmetros físicos e respetivos valores para a castanha em natureza da variedade longal.....	8
Tabela 3 - Composição nutricional da castanha da variedade longal .....	8
Tabela 4 - Parâmetros físicos e respetivos valores da castanha da variedade judia.....	9
Tabela 5 - Composição nutricional da castanha da variedade judia .....	10
Tabela 6 - Balanço de massa global feito ao processo de farinha de castanha crua (CC) .....	25
Tabela 7 - Balanço de massa global do processo da farinha de castanha cozida CZ1 ...	26
Tabela 8 - Balanço de massa global feito ao processo de farinha de castanha cozida CZ2 .....	26
Tabela 9 - Balanços de massa global feito ao processo da farinha de castanha cozida CZ3 .....	27
Tabela 10 - Resultados das análises composicionais feitas às farinhas obtidas, expressa em base húmida e em base seca .....	30
Tabela 11 - Cor ( $L^*a^*b^*$ ) das farinhas de castanha .....	31
Tabela 12 - Classificação da qualidade do glúten e respetivos intervalos de valores de Índice de sedimentação.....	33
Tabela 13 - Resultados obtidos nas análises ao aw, pH e índice de sedimentação. ....	33
Tabela 14 - Acidez alcoólica ( $\text{g H}_2\text{SO}_4/100\text{g}$ ) às farinhas de castanha ao longo do tempo de armazenamento.....	34
Tabela 15 - Teor de gordura das farinhas de castanha aplicando o método de extração a quente e a frio e índice de peróxidos das mesmas durante o tempo de armazenamento. ....	35



## Lista de Figuras

Figura 1 - Distribuição de castanheiros em Portugal.....	3
Figura 2 - Superfície plantada de castanheiros em Portugal entre 2010 e 2015 .....	3
Figura 3 - Produção de castanha em Portugal entre 2010 e 2015 .....	4
Figura 4 - Principais países produtores de castanha e respetivas áreas de plantação no mundo em 2014.....	5
Figura 5 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha de castanha CC.....	15
Figura 6 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha de castanha CZ1.....	17
Figura 7 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha CZ2. ....	18
Figura 8 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha CZ3. ....	19
Figura 9 - Resultados obtidos na análise de granulometria através de difração laser...	37
Figura 10 - Análise de imagem: a) farinha CC; b) farinha CZ1; c) farinha CZ2; d) farinha CZ3. ....	38
Figura 11 Resultados obtidos na análise à granulometria das farinhas por imagem ....	39

## **Financiamento**

Este trabalho foi apoiado por:

- Fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., e cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Acordo de Parceria Portugal 2020 - Programa Operacional Regional do Centro (CENTRO 2020), no âmbito do projeto CENTRO-01-0145-FEDER-023631 SoSValor: Soluções Sustentáveis para a Valorização de Produtos Naturais e Resíduos Industriais de Origem Vegetal.

- E pelo Projeto PRODER - Inovação na cadeia de produção da castanha: competitividade e sustentabilidade - Medida 4.1, Cooperação para a Inovação, Ref.<sup>a</sup> 53590.

## 1. Introdução

A castanha, fruto sazonal muito consumido em Portugal, foi durante muitos anos o principal alimento da população portuguesa, especialmente da zona transmontana, local mais propício ao crescimento de castanheiros (Choupina e Silva, 1992). O elevado consumo de castanha e as condições edafoclimáticas favoráveis à sua produção, fizeram o nosso país ter grande destaque entre os maiores produtores mundiais de castanha e, um dos maiores produtores a nível europeu (Carocho *et al.*, 2012).

A mudança de hábitos alimentares europeus (que cada vez mais incluem a castanha na sua gastronomia), a preocupação e valorização do ambiente, a procura por produtos de qualidade e a criação de produtos de denominação de origem protegida (DOP), são fatores que levam à procura e valorização da castanha (Matos, 2003).

À semelhança dos outros frutos, a castanha é um produto que se degrada com o tempo, o que dificulta o seu armazenamento em natureza. A significativa perda de peso devido à desidratação e o desenvolvimento de fungos são os principais problemas encontrados (Delgado *et al.*, 2015). Para garantir que haja castanha durante todo o ano é necessário processá-la. Em Portugal a indústria de transformação da castanha dedica-se apenas ao processo de pelagem e congelação (Clara, 2015). Países como a França e Itália aproveitam-na para fazer outro tipo de produtos tais como, *marron glacé*, produtos de confeitaria, puré de castanha e farinha de castanha, de forma a acrescentarem valor ao produto. Uma vez que Portugal não tem este tipo de indústria, os produtos deste tipo que estão disponíveis no mercado (português) são necessariamente importados (Matos, 2003).

Durante o processo de congelação da castanha resultam subprodutos que se caracterizam por terem castanha de menor calibre ou de pior qualidade e que por isso não é aceite pelo consumidor (Ramalhosa, 2010). Com este trabalho pretendeu-se desenvolver um processo produtivo de farinha de castanha, utilizando estes subprodutos com o intuito de os valorizar. A composição e a qualidade da farinha produzida foi avaliada e a sua estabilidade durante o armazenamento foi acompanhada.

## 2. Castanha

O castanheiro é uma árvore pertencente à família *Fagaceae* e ao género *Castanea*, sendo que na Europa encontra-se a espécie *Castanea sativa* M. (Choupina e Silva, 1992). Pensa-se que teve origem nas regiões montanhosas da China Central e Oriental e na América do Norte (Choupina, 1993) e que foi trazida para a Península Ibérica pelos Celtas, no entanto, a sua origem não está comprovada (Cruz, 2012).

O fruto do castanheiro, a castanha, desde sempre teve grande importância ao nível nacional. Ela foi a base da alimentação antes do aparecimento e expansão da cultura da batata e do cereal (Borges *et al.*, 2007). Hoje em dia, para além da sua importância na alimentação humana, tem também grande relevo económico.

Segundo as Estatísticas Agrícolas do INE, no ano de 2015 foram produzidas 27,6 mil toneladas de castanha em Portugal, sendo que cerca de 66% (18 mil toneladas) da produção teve como destino o mercado externo, representando um valor de aproximadamente 41 milhões de Euros (INE, 2016). É na região Norte de Portugal Continental que se encontra a maior concentração de castanheiros (Figura 1), representando cerca de 84% do volume de produção nacional, seguindo-se a região Centro com 9% e as restantes regiões do país com 7% (INE, 2016). Este facto deve-se essencialmente por a região norte apresentar melhores condições edafoclimáticas e à importância alimentar que este fruto sempre teve nestas zonas do país (Choupina, 1993). Embora o INE não apresente o balanço de aprovisionamento da castanha, as estatísticas disponíveis permitem concluir que Portugal é autossuficiente (Costa *et al.*, 2008) nesta cultura.

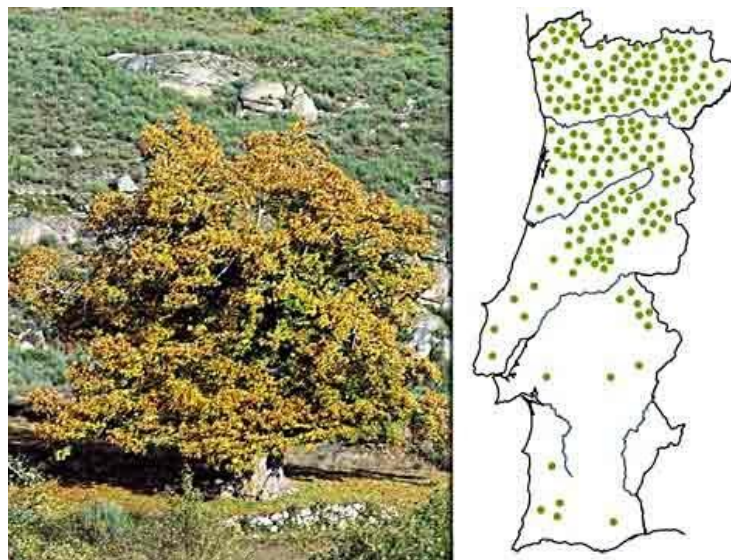


Figura 1 - Distribuição de castanheiros em Portugal (Infopédia, 2017)

A superfície plantada de castanheiros em Portugal tem vindo a aumentar ligeiramente (de 34,6 mil ha em 2010 para 35,6 mil ha em 2015), tal como se pode verificar na Figura 2 (INE, 2016). Isto deve-se essencialmente ao aumento da procura e valorização das castanhas na alimentação, à diminuição da rentabilidade de outras culturas, à fraca exigência das culturas no que diz respeito à produção e ainda aos incentivos comunitários (Silva *et al.*, 2007).

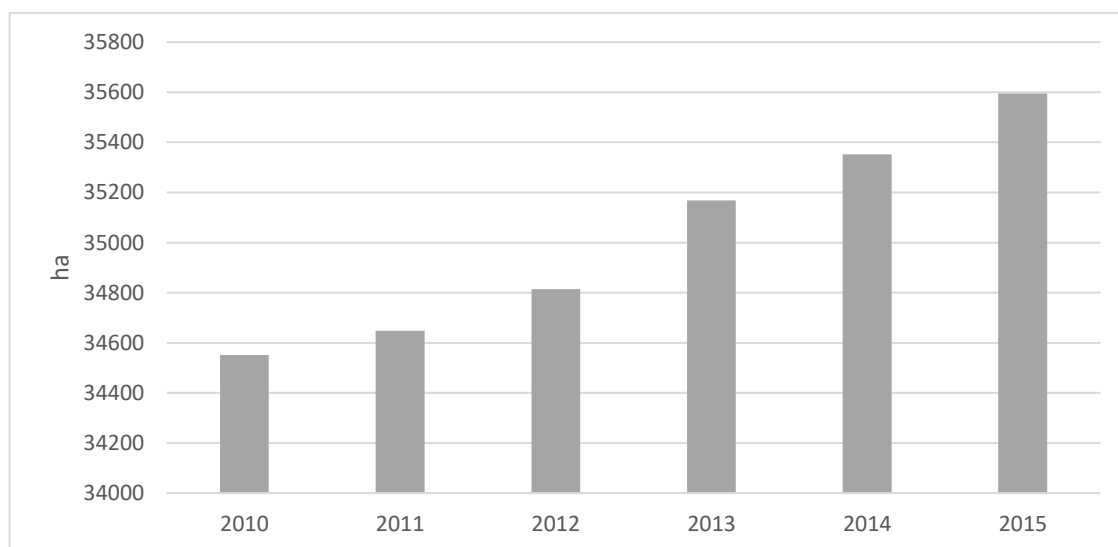


Figura 2 - Superfície plantada de castanheiros em Portugal entre 2010 e 2015 (INE, 2016)

Quanto ao volume de produção de castanha desde 2010, os anos 2011, 2012 e 2014 foram os que apresentaram piores resultados, sendo neste caso inferiores a 20 mil toneladas, como se pode verificar na Figura 3. Isto deve-se essencialmente a grandes períodos de secas (em 2011 e 2012) e a doenças em 2014, nomeadamente a septoriose do castanheiro, provocada pelo desenvolvimento do fungo *Mycosphaerella maculiformis*, que impede a maturação da castanha devido à queda das folhas e necrose do pedúnculo do ouriço (INE, 2016).

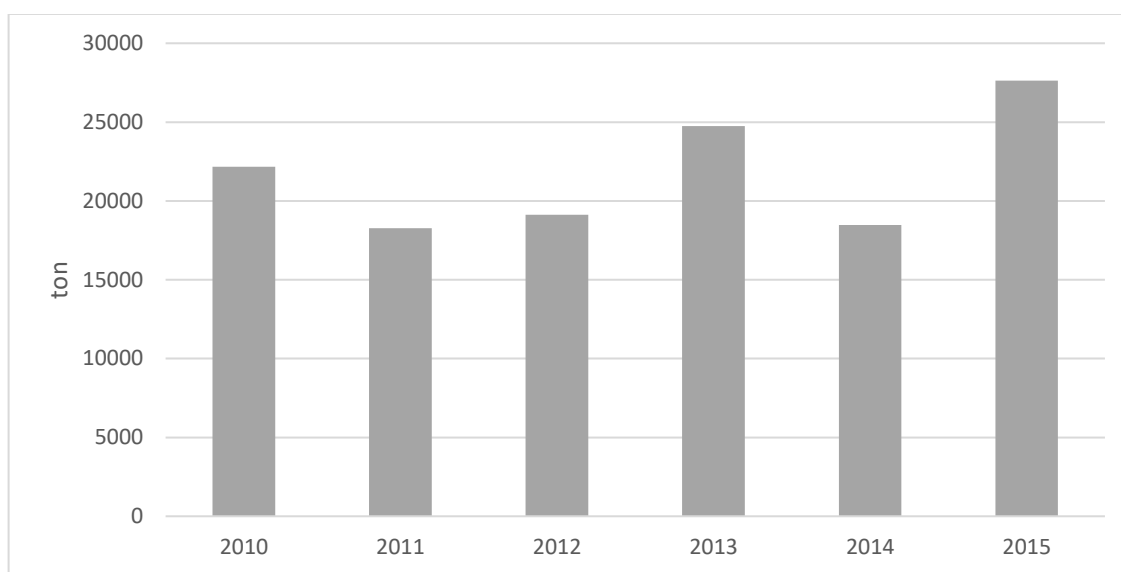


Figura 3 - Produção de castanha em Portugal entre 2010 e 2015 (INE, 2016)

No que diz respeito à produção mundial de castanha, segundo dados do FAO relativos ao ano 2014, a China é o maior produtor (1,68 milhões de toneladas) com cerca de 80% do mercado mundial (2,1 milhões de toneladas). Portugal encontra-se em oitavo lugar com cerca de 10% da produção mundial. No entanto, é de referir que em relação à Europa, sem considerarmos a Turquia, é o terceiro maior produtor de castanha, tendo Itália e Grécia à frente (FAO, 2014).

Em relação à área plantada (Figura 4), também a China apresenta o maior número de hectares de castanheiros (2,97 mil ha), o que corresponde a 57% da plantação mundial. Portugal apresenta-se em terceiro lugar, com uma área plantada de

3,5 mil ha que corresponde a aproximadamente 7% da plantação mundial, e em primeiro lugar em relação à Europa (não considerando novamente a Turquia), seguindo-se Espanha, Itália e Grécia (FAO, 2014).

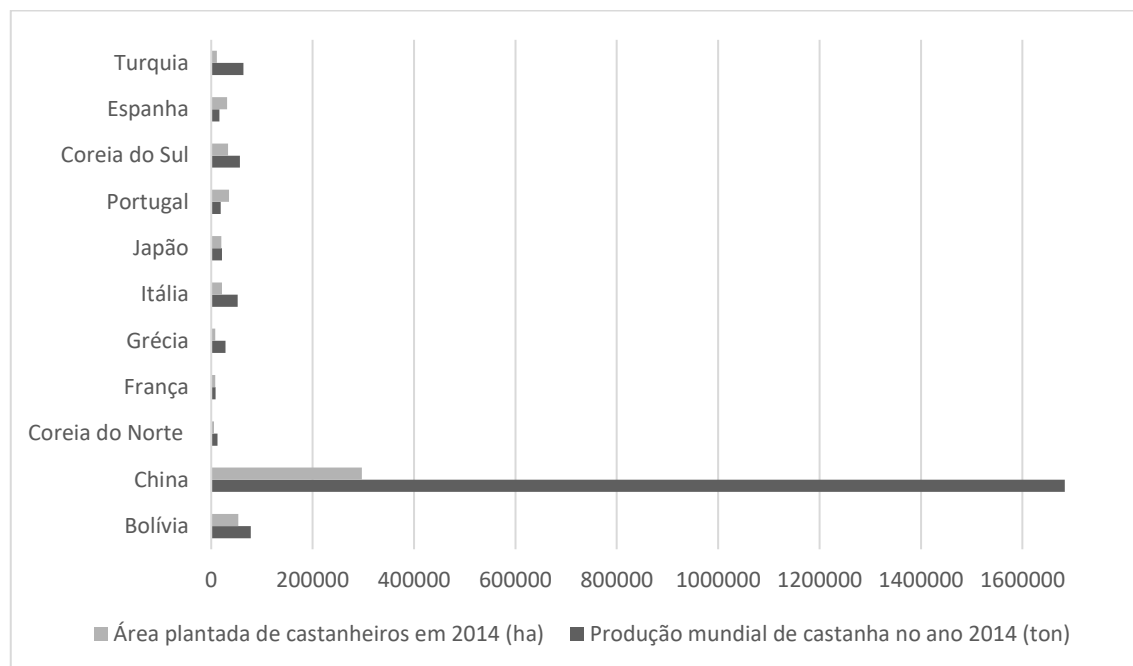


Figura 4 - Principais países produtores de castanha e respetivas áreas de plantação no mundo em 2014 (FAO, 2014)

Como já foi referido anteriormente, a castanha tem uma grande importância económica no nosso país. No sentido de lhe atribuir maior valor e de preservar todo o património genético do castanheiro, foram classificadas com Denominação de Origem Protegida (DOP). Em Portugal, até à data, foram atribuídas quatro denominações de origem protegida. A norte do país encontramos a castanha dos Soutos da Lapa, a castanha da Padrela e a castanha da Terra Fria. Mais a sul, no Alentejo, temos a castanha do Marvão (Silva *et al.*, 2007).

As variedades mais produzidas no nosso país são: a Côta, a Judia e a Longal, sendo esta última a mais procurada devido ao seu tamanho médio, bom poder de conservação e boa qualidade organolética (Choupina e Silva, 1992).

No que diz respeito à composição nutricional da castanha, esta pode trazer grandes benefícios para a alimentação. Apresenta alto teor de amido em oposição aos açúcares simples (recomendado na prevenção da diabetes), baixo teor de gordura e proteínas, e um teor de vitamina C semelhante à dos citrinos (Choupina, 1993). Na Tabela 1 pode consultar-se os valores nutricionais médios para a castanha e a dose diária recomendada.

*Tabela 1 - Valores nutricionais da castanha (em natureza) e respetiva dose diária recomendada.*

	Por 100g parte edível (INSA, 2015)	DDR (%) (FDA, 2015)
<b>Energia (Kcal)</b>	194	9,7
<b>Energia (KJ)</b>	819	9.7
<b>Lípidos (g)</b>	1,1	1,7
<b>Saturados (g)</b>	0,2	1
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	39,8	13,3
<b>Amido (g)</b>	30	-
<b>Fibra (g)</b>	6,1	24,4
<b>Proteína (g)</b>	3,1	6,2
<b>Água (g)</b>	48,5	-

DDR – dose diária recomendada

É importante ressaltar que dependendo da variedade e da região de que provém a castanha, o seu valor nutricional e a sua qualidade organolética variam. De qualquer forma é certo que este fruto constitui um bom alimento e por isso deve ser aproveitado pela indústria e deve ser incentivada a sua produção (Choupina e Silva, 1992).

Além das vantagens nutritivas já anteriormente mencionadas, a castanha é isenta de glúten, o que confere ao fruto aptidão como alimento para celíacos (Rostom *et al.*, 2004). A doença celíaca é uma intolerância alimentar que possui uma componente imunológica e genética sendo desencadeada pela ingestão de glúten (Soares *et al.*, 2014), mesmo em pequenas quantidades. A prevalência da doença celíaca na Europa



varia entre 1:200 a 1:400. No que diz respeito a Portugal, tem uma prevalência de 1:134, o que se enquadra nos valores europeus (Antunes *et al.*, 2006). Ainda assim, esta é uma doença subdiagnosticada. Dos 70 000 a 100 000 portugueses que se pensa sofrerem deste problema, apenas 10 000 têm conhecimento do mesmo. A doença celíaca pode manifestar-se em qualquer idade sendo que, neste momento, tem maior incidência em adultos do que em crianças (APC, s.d.).

Uma vez que a doença celíaca é desencadeada pela ingestão de glúten, o único tratamento possível consiste numa dieta alimentar que exclui todo o tipo de alimentos que o contenham. Cereais como o trigo, cevada, centeio e aveia devem ser retirados por completo do plano alimentar de pessoas celíacas e substituídos por outros, tais como arroz e milho (Nascimento *et al.*, 2012). Os ingredientes isentos de glúten mais utilizados pela indústria alimentar são o arroz, o milho e a fécula de batata, no entanto novos ingredientes começam a ser utilizados com o objetivo de melhorar a qualidade nutritiva, é o caso da farinha de castanha, contribuindo para o aumento da variedade de produtos sem glúten e para a diminuição do uso de suplementos (Real *et al.*, 2012).

## **2.1. Variedade Longal**

A castanha da variedade Longal apresenta-se com tamanho médio, bom poder de conservação e boa qualidade organolética. A sua cor é castanho-claro com tom avermelhado, a sua casca apresenta riscas longitudinais finas, é sedosa e fácil de descascar (Choupina, 1993). São estas as principais características que fazem dela uma das mais produzidas e transformadas em Portugal. A Tabela 2 resume valores para os diversos parâmetros da análise física desta variedade. Podemos dizer que o facto desta variedade apresentar uma forma ligeiramente alongada e achatada, penaliza sua utilização em produtos gourmet, onde é dada preferência a frutos mais arredondados (Fonseca, 2016).

Tabela 2 - Parâmetros físicos e respetivos valores para a castanha em natureza da variedade longal (Fonseca, 2016)

Parâmetros		Valores médios
<b>Massa (g)</b>		11,6±2,2
<b>Dimensões axiais (mm)</b>	Comprimento	34,7±2,3
	Largura	31,2±1,2
	Espessura	19,7±3,3
<b>Tamanho (mm)</b>	Diâmetro médio aritmético	28,5±1,7
	Diâmetro médio geométrico	27,6±1,7
<b>Forma</b>	Esfericidade (%)	79,8±6,3
	Relação de aspeto (%)	90,3±8,2
	Índice de forma	0,74±0,08
<b>Massa específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>		0,77±0,27
<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	Aparente	89,2±15,9
	Real	15,9±5,4

No que diz respeito à sua composição (Tabela 3) é possível verificar alguns valores nutricionais para a variedade Longal.

Tabela 3 - Composição nutricional da castanha da variedade longal (Fonseca, 2015)

	g por 100 g parte edível
<b>Humidade</b>	50,0±5,9
<b>Sais</b>	0,95±0,00
<b>Gordura</b>	0,70±0,08
<b>Proteína</b>	1,91±0,03
<b>Fibra</b>	2,11±0,16
<b>Hidratos de carbono</b>	44,3±6,2
<b>Açúcares totais</b>	5,32±0,40
<b>Açúcares redutores</b>	0,95±0,03
<b>Amido</b>	23,3±1,0

## 2.2. Variedade Judia

A castanha da variedade Judia apresenta uma cor castanho-tijolo com brilho intenso e boa conservação natural (Costa *et al.*, 2008). É um tipo de castanha com calibre grande o que faz com que seja mais valorizada no mercado, principalmente para consumo em fresco (GPP, 2007). Na Tabela 4 encontram-se valores para vários parâmetros físicos desta variedade. É nos valores de esfericidade e índice de forma que encontramos as maiores diferenças relativamente à variedade Longal. A castanha da variedade Judia tem uma forma mais arredondada (esfericidade e índice de forma superiores) e as suas dimensões axiais são mais próximas umas das outras.

Tabela 4 - Parâmetros físicos e respetivos valores da castanha da variedade judia (Fonseca, 2016)

Parâmetros		Valores médios
<b>Massa (g)</b>		11,5±1,7
<b>Dimensões axiais (mm)</b>	Comprimento	32,6±1,6
	Largura	32,6±2,0
	Espessura	20,2±2,7
<b>Tamanho (mm)</b>	Diâmetro médio aritmético	28,5±1,3
	Diâmetro médio geométrico	27,7±1,5
<b>Forma</b>	Esfericidade (%)	85,3±6,1
	Relação de aspeto (%)	100,5±9,6
	Índice de forma	0,81±0,08
<b>Massa específica (g/cm³)</b>		1,07±0,41
<b>Volume (cm³)</b>	Aparente	90,0±14,7
	Real	11,3±4,2

Em relação à composição nutricional (Tabela 5), a castanha da variedade Judia apresenta valores ligeiramente diferentes da da variedade Longal. As principais diferenças estão na composição em proteína e fibra, com valores mais elevados, já no caso dos hidratos de carbono o valor é ligeiramente mais baixo.

*Tabela 5 - Composição nutricional da castanha da variedade judia (Fonseca, 2016)*

	<b>g/100g parte edível</b>
<b>Humidade</b>	50,2±0,5
<b>Sais</b>	1,32±0,18
<b>Gordura</b>	0,83±0,14
<b>Proteína</b>	2,38±0,23
<b>Fibra</b>	6,57±1,20
<b>Hidratos de carbono</b>	38,8±2,2
<b>Açúcares totais</b>	14,4±0,2
<b>Açúcares redutores</b>	1,40±0,13
<b>Amido</b>	20,6±1,8

### 3. Transformação da castanha em Portugal

A transformação de castanha divide-se em dois mercados distintos. O primeiro dedica-se à primeira transformação que engloba a separação de variedades, calibragem, descasque, pelagem e congelação (castanha semi processada). Para além de acrescentar valor ao produto, este processamento permite que a castanha esteja disponível durante todo o ano, tanto para consumo direto, através do mercado de retalho, como também para a agroindústria. O segundo mercado, correspondente à 2ª transformação, acrescenta ainda mais valor à castanha ao criar produtos como compotas, purés, *marron glacé*, farinhas, entre outros a partir de castanha semi processada (Matos, 2003).

Em Portugal existem várias empresas produtoras e transformadoras de castanha, localizadas essencialmente a norte do país, sendo a Sortegel a que se destaca mais. Ela é uma das unidades de referência a nível europeu de transformação e exportação de castanha. Possui cerca de 300 ha de produção própria, tem uma laboração anual de cerca de 10 000 toneladas, em que 25% da sua produção se destina à comercialização em fresco e os restantes 75% ao descasque e congelação (Sortegel, s.d.).

O consumo de castanha congelada tem vindo a aumentar, não só a nível doméstico, mas também por parte das agroindústrias. Países como França e Itália, grandes produtores de derivados de castanha, são dos maiores importadores de castanha semi processada portuguesa. A congelação tornou-se uma indústria complementar que veio aliviar as grandes indústrias de transformação destes países (Matos, 2003).

Uma vez que Portugal se dedica apenas ao descasque, pelagem e congelação da castanha, é necessário importar produtos derivados da castanha que sofrem uma segunda etapa de processamento. Ou seja, vende-se castanha para o exterior, que mais tarde se volta a importar como produto transformado (Matos, 2003). Tendo em conta que produtos derivados de castanha podem valer mais do dobro do valor da castanha congelada, rapidamente se percebe que Portugal poderia aproveitar muito mais as potencialidades deste fruto para que o valor acrescentado do seu processamento fosse incorporado internamente.

O desenvolvimento da indústria agroalimentar ao longo dos anos tem sido considerável e com ele aumenta também de forma direta, a quantidade de subprodutos industriais (Sales, 2012).

A produção de castanha congelada é feita a partir de castanha com calibre mais pequeno (inferior a 30 mm), ficando a castanha de maior calibre para venda ao natural. O processo começa por um descasque da casca exterior a fogo seguindo-se da eliminação da pele interior por meio de vapor e processos mecânicos. De seguida é feita uma escolha ótica, triagem, verificação manual e por fim a congelação e embalamento do produto (APH, 2007). Durante este processamento geram-se quantidades apreciáveis de produto com características não comercializáveis, tais como falta de calibre, castanha partida, queimada, mal descascada, que constituem o subproduto (Sales, 2012). Os subprodutos de castanha congelada representam cerca de 55 a 60% da quantidade de castanha processada, ou seja, produtos não classificados como castanha pelada congelada de 1ª qualidade. (Sortegel, 2017). Produtos como a farinha de castanha chegam ao mercado com o dobro do valor da castanha congelada. O aproveitamento e valorização deste volume considerável de subproduto resultante do processamento de castanha congelada é uma forma não só de diminuir desperdícios, mas também de lhes acrescentar valor.

Segundo Fonseca (2015), as características do subproduto do processamento da castanha congelada, com exceção do aspeto visual, não apresentam grandes diferenças comparativamente com a castanha em natureza. Cerca de 76% do subproduto tem dimensão igual ou superior a 19 mm, tem maior teor de humidade, amido e de cinzas do que a castanha em natureza, menor valor de extratos não azotados (ENA) e menos açúcares. Assim, este subproduto constitui uma excelente fonte de matéria-prima para a produção de farinha de castanha, cuja aparência final para o consumidor em nada traduz o aspeto inicial da matéria-prima.

### **3.1. Farinha de castanha**

A farinha de castanha teve grande importância na alimentação das populações locais. Obtida através da moagem de castanha pilada, apresenta-se fina, clara e com pontos acastanhados, tendo como inconveniente a capacidade de absorver água facilmente, dificultando assim a sua conservação (Silva *et al.*, 2007). Por ser isenta de glúten, é uma das alternativas à farinha de trigo para doentes celíacos.

Como já foi referido anteriormente, uma boa forma de aproveitamento e valorização de subprodutos de castanha é a sua utilização em produtos à base da mesma. Segundo um estudo desenvolvido por Fonseca (2015), que comparou cinéticas de secagem de castanha e de subproduto, a temperatura mais adequada para uma rápida secagem do subproduto foi de 40 °C, enquanto que a castanha atinge menores teores de humidade quando a secagem é praticada a 105 °C. Outra consequência da secagem a 105 °C é o desencadeamento de processos de caramelização dos açúcares presentes no subproduto. Desta forma, o melhor método de secagem do subproduto é a aplicação de temperaturas mais baixas. Este é um aspeto importante na obtenção de farinha de castanha, uma vez que pelo processo tradicional a castanha é seca antes de ser triturada/moída.

Para a obtenção de farinha de castanha a partir de subproduto é necessário aplicar uma força maior durante a moagem do que quando feita a partir de castanha de primeira qualidade. Isto deve-se ao facto do subproduto apresentar zonas queimadas que o tornam mais duro e por isso mais difícil de triturar (Fonseca, 2015). Também devido a essas partes mais queimadas, o aparecimento de pontos escuros na farinha torna-se mais provável. Com este trabalho pretendeu-se desenvolver uma farinha de castanha feita a partir dos seus subprodutos, com o melhor rendimento de produção possível e com características composicionais e organoléticas idênticas às farinhas de castanha já existentes no mercado (produzidas a partir de castanha de primeira qualidade). Para tal foram testados vários tipos de processamento e várias condições processuais.

## **4. Materiais e métodos**

### **4.1. Produção de farinha de castanha**

Para a produção das diferentes farinhas de castanha desenvolvidas neste trabalho, foi utilizado subproduto de castanha congelada das variedades Longal e Judia, fornecidas pela empresa Sortegel (Bragança, Portugal). Este subproduto resulta do processo de pelagem e congelação de castanhas que, por apresentarem queimaduras (partes mais negras e duras), má pelagem, dimensões inferiores ao desejado pelo mercado (sem calibre) e por estarem quebradas, são rejeitadas. Durante o estudo, este subproduto foi mantido em conservação, devidamente acondicionado em sacos plásticos e caixas de cartão devidamente seladas, em câmara de congelação, a uma temperatura de -18 °C.

No sentido de perceber qual a melhor forma de obter farinha de castanha a partir de subproduto da mesma, foram elaboradas duas metodologias de processamento diferentes: uma a partir de subproduto de castanha crua originando a farinha denominada por CC; e outra utilizando subproduto de castanha submetido a diferentes tempos de cozedura (30, 50 e 10 minutos) dando origem a três farinhas diferentes (CZ1, CZ2, CZ3, respetivamente).

#### **4.1.1. Farinha de castanha crua**

Para a elaboração da farinha de castanha crua, CC, (Figura 5), a matéria-prima foi utilizada sem qualquer tratamento prévio, ou seja, retirou-se da câmara de congelação, deixou-se descongelar, triturou-se no triturador Tecator 1094 Homogeneizer (Suécia) de forma a obter bocados mais pequenos e homogéneos e colocou-se no secador STI-SDP (Portugal) durante 11 h sob convecção forçada de ar a  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$  e a 55 °C. Posteriormente fez-se a moagem do subproduto já seco num moinho elétrico (Magager mod 0.5, Portugal) com mós de granito ( $\varnothing=0,5 \text{ m}$ ) obtendo-se assim a farinha. Uma vez que foi feita de uma forma mais artesanal, alguns pedaços de castanha seca que passaram pelas mós não ficaram suficientemente triturados, e por isso foi necessário proceder a uma peneiração posterior. Foram utilizados, sucessivamente, três peneiros diferentes: um



com malha de 2 mm, outro com malha de 1,5 mm e outro com malha de 1 mm, até se obter uma farinha mais limpa e fina, tal como é feito artesanalmente. A farinha foi armazenada à temperatura ambiente, em frascos de vidro herméticos, num local seco sem cuidados especiais com a luz. Na Figura 5 encontra-se o fluxograma do processo descrito.

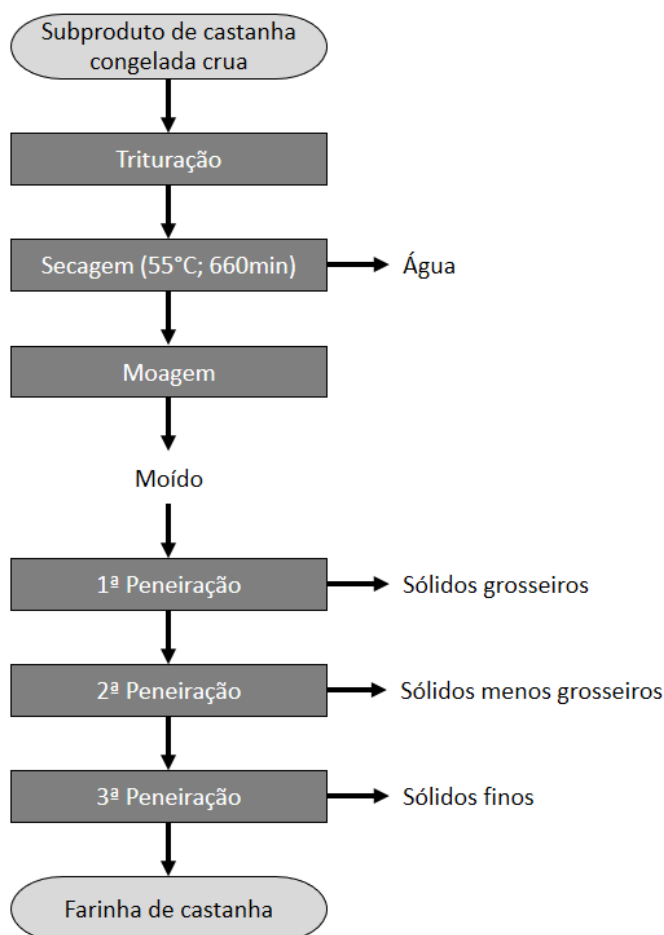


Figura 5 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha de castanha CC.

#### 4.1.2. Farinha de castanha cozida

Na produção das farinhas de castanha cozida, CZ1, CZ2 e CZ3, o subproduto de castanha foi retirado da câmara de congelação e cozido em água a ferver durante 30, 50 e 10 minutos, respetivamente.

No caso da farinha CZ1, após os 30 minutos de cozedura, verificou-se que uma parte das castanhas se tinha desfeito levando ao aparecimento de um puré. Toda a castanha cozida não desfeita e o puré foram colocados no secador STI-SDP (Portugal) nas mesmas condições já descritas anteriormente. Durante a etapa de secagem foi necessário ter em atenção a altura da camada do puré nos tabuleiros (cerca de 0,5 cm) para que a secagem fosse bem-sucedida. O puré de castanha já seco foi colocado numa trituradora Moulinex A327R1 (Espanha) de onde se obteve uma farinha clara, sem pontos negros e fina, muito semelhante a uma amostra cedida pela empresa Maroni (Hungria). Quanto à castanha que não se desfez na cozedura, notou-se que ao se friccionar ligeiramente conseguia-se separar facilmente as partes mais claras (que correspondem a castanha de boa qualidade) dos pedaços mais escuros (partes queimadas/podres da castanha que dão origem às partículas escuras na farinha), pois estes ficavam extremamente rijos e por isso não se desfaziam. Assim, procedeu-se à escolha das partes de boa qualidade da castanha seca e moeram-se nas mesmas condições da farinha CC, obtendo-se mais farinha para além da conseguida a partir do puré. Toda a farinha foi colocada em sacos plásticos transparentes próprios para alimentos, selados a quente e armazenados à temperatura ambiente, em local seco sem especial cuidado com a luz. Este processo pode ser consultado na figura 6.

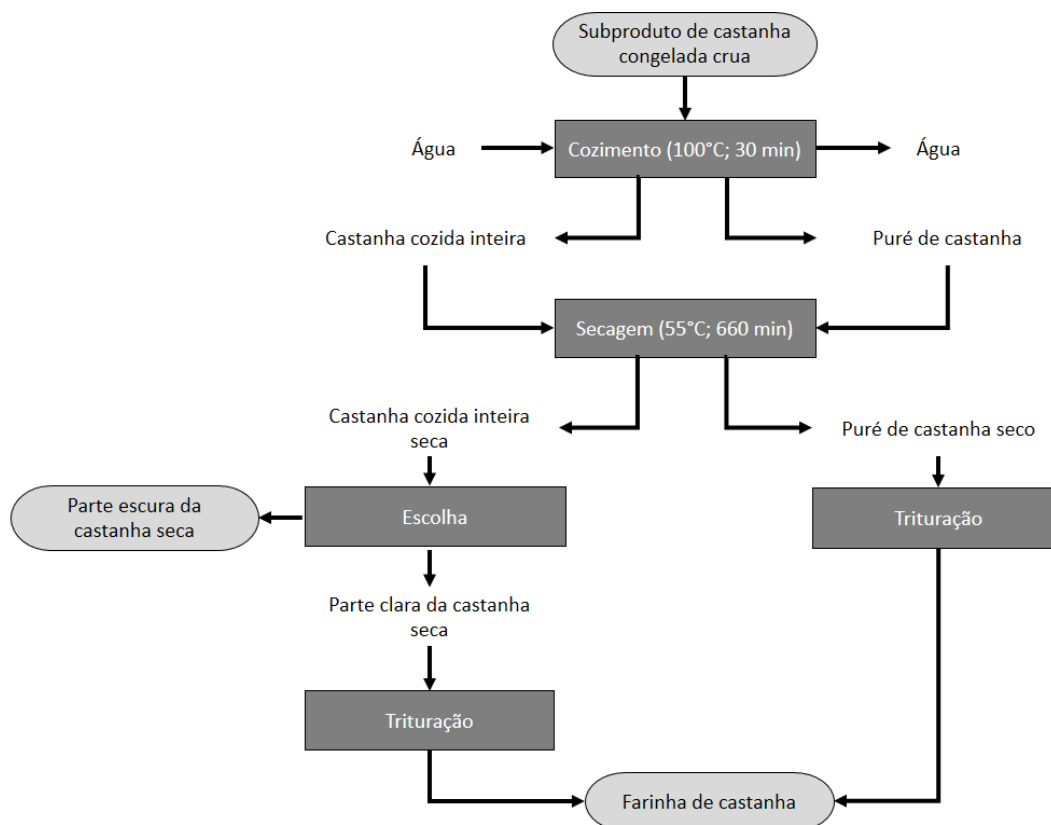


Figura 6 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha de castanha CZ1.

Um ponto importante a reter do processamento da farinha CZ1 é o facto das partes mais escuras da castanha serem tão rijas que não se desfizeram durante a cozedura nem depois de secas. Por esta razão, o tempo de cozedura foi alterado de 30 para 50 minutos, fazendo com que grande parte do subproduto de castanha se desfizesse em puré, ficando inteiros apenas os pedaços mais escuros. Levou-se novamente ao secador STI-SDP (Portugal) e triturou-se o puré depois de seco no triturador Moulinex A327R1 (Espanha). A farinha obtida foi embalada em sacos plásticos transparentes próprios para alimentos, selados a quente e armazenada à temperatura ambiente em local seco sem especial cuidado com a luz. Na Figura 7 encontra-se o fluxograma do processo de fabrico da farinha CZ2.

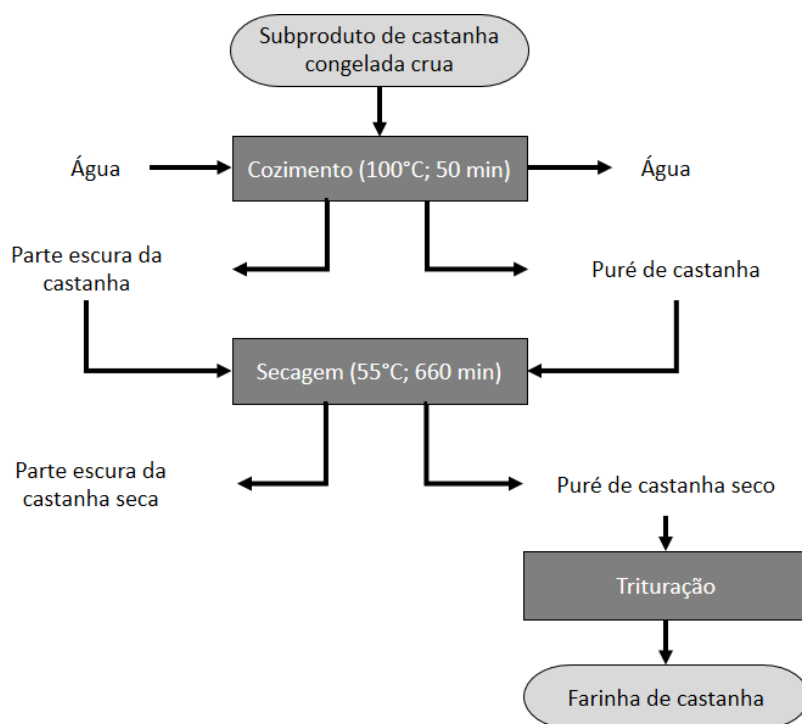


Figura 7 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha CZ2.

No caso da farinha CZ3 (Figura 8), o tempo de cozedura foi reduzido para 10 minutos, ao fim dos quais, o subproduto de castanha cozido foi esmagado manualmente com um esmagador de batata. É de referir que houve alguma dificuldade nesta operação, devido aos pedaços mais duros da castanha não se conseguirem desintegrar. De seguida colocou-se o produto esmagado a secar no mesmo secador e nas mesmas condições descritas anteriormente. Após a secagem foi feita uma seleção manual dos pedaços escuros que ficaram por esmagar. Com o triturador Moulinex A327R1 (Espanha) moeu-se o puré seco já selecionado obtendo-se assim um produto moído. Mesmo com a seleção prévia das partes mais rijas, foi mais difícil de triturar este puré do que no caso das experiências anteriores, resultando numa farinha mais áspera e mais grosseira. Através da utilização de dois peneiros com malhas de 1,5 e 1 mm, peneirou-se o produto moído de forma a separar os grãos maiores dos mais pequenos, obtendo assim uma farinha mais fina. Uma vez que os pedaços mais rijos são os mais escuros, e por isso mais difíceis de triturar, a peneiração acabou também por funcionar na eliminação de algumas partículas escuras nesta farinha. Finalmente, a farinha CZ3 foi

armazenada nas mesmas condições que a farinha CZ1 e CZ2. Na Figura 8 encontra-se representado o fluxograma detalhado do processo de fabrico da farinha CZ3.

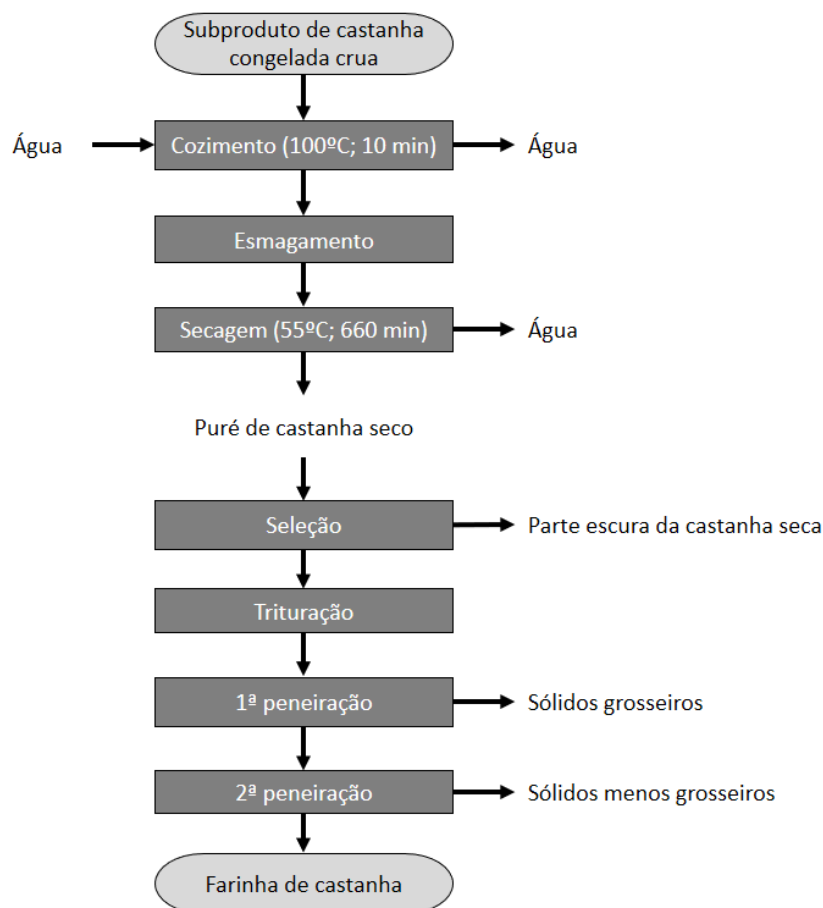


Figura 8 - Fluxograma do processo de fabrico da farinha CZ3.

## 4.2. Caracterização composicional da farinha

A caracterização composicional da farinha foi realizada com o objetivo de se estudar e perceber quais as diferenças entre as farinhas obtidas, e de que forma o processo produtivo influencia a sua composição e qualidade. Outro aspeto, não menos importante foi verificar se os resultados obtidos se distanciavam muito dos valores de referência para a castanha não processada e de qualidade superior. A caracterização das farinhas obtidas foi feita ao nível da: humidade, proteína bruta, fibra bruta, cinza, gordura bruta e extratos não azotados. Estes parâmetros foram determinados seguindo o esquema de Weende (Lloyd *et al.*, 1978). A determinação da humidade foi feita em

estufa a uma temperatura de 105 °C. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl. A fibra bruta foi determinada através do método de Weende. Na determinação da cinza foi utilizada uma mufla a 550 °C durante 12 horas. A composição em gordura bruta foi avaliada pelo método de Soxhlet. O conteúdo em extratos não azotados nas amostras foi obtido pela diferença para 100 das composições centesimais dos restantes constituintes.

### **4.3. Análises aos parâmetros da qualidade**

Para além da análise composicional foram executadas também algumas análises para avaliação de parâmetros intrínsecos à qualidade global das farinhas obtidas. Nomeadamente, a atividade da água ( $a_w$ ), pH, cor, acidez alcoólica, índice de sedimentação e índice de peróxidos.

A medição do  $a_w$  foi feita por leitura direta através do equipamento Rotronic-hygroscop, com a sonda WA-14TH (Suíça). Foi colocada uma amostra de aproximadamente 5 g de farinha na célula do equipamento, deixou-se estabilizar durante uma hora à temperatura de 20 °C e leu-se o valor do  $a_w$  no visor. Para cada farinha foram efetuados ensaios em duplicado.

A determinação do pH foi feita a partir do método apresentado por Hart e Fisher (Hart e Fisher, s.d.) utilizando um potenciómetro da Hanna Instruments, modelo HI9025 (Portugal) com sonda FC200. As análises foram feitas em duplicado.

Na análise da cor das farinhas recorreu-se à utilização do colorímetro Minolta CR200 (Japão), onde se mediu, em triplicado, o valor de  $L^*$  (luminosidade), de  $a^*$  (coordenada vermelho/verde) e de  $b^*$  (coordenada amarelo/azul) para cada farinha.

Para o índice de sedimentação foi seguido o método apresentado por Panreac (1990) e em duplicado.

A acidez alcoólica teve como base o método apresentado na IS:1155 (1968), tendo sido alterada a concentração da solução de hidróxido de sódio para 0,1 N em vez

de 0,05 N. É também de referir que não foi feito duplicado desta análise por falta de reagentes.

Embora a determinação do índice de peróxidos não seja uma análise recorrente em farinhas, esta foi efetuada com o objetivo de avaliar o grau de rancificação das mesmas. Uma vez que todas as farinhas apresentam um valor de gordura relativamente elevado para este tipo de produto alimentar, o tempo de prateleira do produto pode ficar comprometido. Para a determinação do índice de peróxidos foi necessário fazer primeiramente a extração de gordura a frio e seguidamente foi feita a análise aos peróxidos tendo como base o método apresentado por Silva (2003), que devido a algumas dificuldades sofreu algumas adaptações. A saber, a mistura obtida na extração de gordura a frio para algumas farinhas não foi suficiente para a análise dos peróxidos definida pelo método, já que são utilizados compostos voláteis em circuito aberto durante a extração. Desta forma, ao fazer-se a análise aos peróxidos para algumas farinhas não se obtiveram os 20 mL de mistura e por isso houve a necessidade de adaptar a equação de cálculo (1) às quantidades efetivamente utilizadas. O índice de peróxidos, expresso em meq de oxigénio ativo por kg de óleo presente na farinha, é dado por:

$$\frac{(S-B) \times N \times fc \times 1000}{P \times \frac{A}{10}} \quad (1)$$

Onde:

- S é o volume de tiossulfato de sódio gasto na titulação (mL);
- B é o volume de tiossulfato de sódio gasto na titulação do branco (mL);
- N é a normalidade da solução de tiossulfato de sódio;
- fc é o fator de correção da concentração da solução padronizada de tiossulfato de sódio;
- P é a massa de gordura em 10 mL de mistura obtida na extração de gordura a frio;
- A é o volume de amostra (mistura) utilizado.

Para cada farinha foi feito apenas um ensaio devido às quantidades de reagentes necessários serem consideráveis e não estarem disponíveis.

#### **4.4. Granulometria**

A análise de granulometria foi feita a todas as farinhas. Nesta avaliação foi necessário recorrer-se a dois métodos: um por difração laser, o outro de caracterização por imagem.

Primeiramente fez-se uma análise de distribuição de tamanho de partículas por difração a laser, utilizando o Mastersizer 2000 ver. 5.60 da Malver Instruments (Reino Unido). Neste caso procedeu-se à preparação de uma solução dispersante, diluindo 4 g de *tween* (dispersante) em 50 mL de água destilada. Pesaram-se 0,9 g de farinha a analisar e juntaram-se 2 gotas de solução dispersante previamente preparada. Depois adicionaram-se 100 g de água destilada e mais 10 gotas de solução dispersante. Levou-se a amostra ao banho de ultrassons durante 15 minutos. Colocou-se parte da amostra no copo do equipamento (Mastersizer 2000) e deixou-se mais 5 minutos em ultrassons e a circular através do sistema com o objetivo de homogeneizar a amostra, por fim iniciou-se a análise de dispersão. Para a análise de resultados foi selecionado no software do aparelho a opção “Wood flour” por se tratar da amostra predefinida mais parecida com a que se analisou.

Outro método utilizado para a avaliação da granulometria das farinhas foi o de análise de imagem das partículas. Este foi utilizado porque não foi possível analisar todas as farinhas pelo método anteriormente descrito uma vez que não foi possível obter a sua completa dispersão.

Através do microscópio ótico Stemi 2000-C da Zeiss (Alemanha) fotografaram-se três amostras de cada farinha, fez-se a medição do diâmetro médio das partículas fotografadas (no mínimo 50 partículas de cada amostra, escolhidas de forma aleatória) e fez-se a análise dos valores obtidos em Excel, calculando o volume equivalente de cada partícula e respetiva distribuição percentual.



#### **4.5. Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), utilizando o software Estatística V.12.0 (Statsoft, 2013). Utilizou-se o teste Tukey HSD para verificar a existência de diferenças significativas entre os valores das médias dos parâmetros avaliados, com um nível de confiança de 95%.

## **5. Apresentação e discussão de resultados**

### **5.1. Produção de farinha de castanha**

De forma a perceber em qual dos processos produtivos se obteve o melhor rendimento em farinha, foram efetuados os respetivos balanços de massa. Estes tiveram em conta as quantidades obtidas de farinha a partir das quantidades de subproduto congelado que serviram como matéria-prima para cada processo.

Para a determinação do rendimento da farinha CC (Tabela 6) teve-se especial atenção à etapa da moagem, uma vez que foi necessário um volume mínimo de matéria-prima (0,708 kg de subproduto já seco) para que o volume morto de farinha retido no moinho de granito (Magager, mod 0,5, Portugal) não afetasse significativamente o rendimento global do processo. Desta forma, e para 100 kg de subproduto utilizado, o rendimento de produção de farinha CC foi de 43,6%. De realçar que este rendimento foi determinado em função da massa de subproduto congelado utilizado e, como tal, inclui a massa da água relativa à constituição do próprio subproduto. Uma vez que cerca de 50% da composição da castanha é água, o valor de perdas obtido (53%) está de acordo com o esperado, sendo os restantes cerca de 3% correspondentes a outro tipo de perdas para além dos sólidos removidos por peneiração. A Tabela 6 compila o balanço de massa ao processo de fabrico da farinha CC e discrimina as massas das correntes do processo.

Tabela 6 - Balanço de massa global feito ao processo de farinha de castanha crua (CC)

Correntes de entrada	m (Kg)	Correntes de saída	m (Kg)	$\eta$ (%)
Subproduto de castanha congelada	100	Farinha de castanha	43,6	43,6
		Sólidos grosseiros (1ª peneiração)	0,04	0,04
		Sólidos menos grosseiros (2ª peneiração)	0,47	0,47
		Sólidos finos (3ª peneiração)	2,88	2,88
		Perdas (incluindo água de constituição)	53,0	53,0

A farinha CZ1 foi obtida a partir do puré de castanha (farinha de castanha) e da moagem das partes mais claras da castanha cozida (farinha de castanha sub 1). Por essa razão o valor do rendimento total da farinha CZ1 (20,6%) é resultado da soma da quantidade de farinha obtida daquelas duas correntes do processo. Em comparação com a farinha CC, o rendimento da farinha CZ1 é significativamente menor e a quantidade de perdas é maior (65,5%). Tal poderá ser explicado pela possível perda de sólidos, passíveis de se dissolver, e que tenham sido perdidos conjuntamente com a água de cozedura. Na Tabela 7 encontra-se o balanço de massa global da farinha CZ1.

Tabela 7 - Balanço de massa global do processo da farinha de castanha cozida CZ1

Corrente de entrada	m (kg)	Corrente de saída	m (kg)	$\eta$ (%)
Subproduto de castanha congelada	100	Farinha de castanha	3,1	20,6
		Farinha de castanha (sub 1)	17,5	
		Castanha parte escura (sub 2)	13,9	13,9
		Perdas (incluindo água de constituição)	65,5	65,5

A farinha CZ2 apresentou melhores resultados de rendimento (25,1%) do que a farinha CZ1 (20,6%), no entanto, ainda inferior ao da farinha CC (43,6%). Uma vez que o tempo de cozedura foi maior que no processo da farinha CZ1, a quantidade de puré formada foi também mais elevada, dando origem a mais farinha e consequentemente maior rendimento. No que diz respeito às perdas, o valor obtido é semelhante ao da farinha CZ1. Tendo em conta que o subproduto durante o processo da farinha CZ2 é também sujeito ao processo de cozedura, é normal que o valor de perdas seja idêntico. Na Tabela 8 encontra-se o balanço de massa global à farinha CZ2.

Tabela 8 - Balanço de massa global feito ao processo de farinha de castanha cozida CZ2

Corrente entrada	m (kg)	Corrente saída	m (kg)	$\eta$ (%)
Subproduto de castanha congelada	100	Farinha de castanha	25,1	25,1
		Castanha parte escura (sub 2)	8,6	8,6
		Perdas (incluindo água de constituição)	66,3	66,3

De entre as farinhas de castanha cozida, a farinha CZ3 foi a que apresentou melhor rendimento (38,1%) (Tabela 9). Uma vez que no processo de fabrico desta farinha praticamente todo o subproduto de castanha foi aproveitado é normal que apresente um rendimento superior. O valor das perdas (55,1%) apesar de elevado, é idêntico ao valor encontrado na produção de farinha CC e significativamente inferior ao encontrado para as farinhas CZ1 e CZ2, em ambas da ordem dos 65%. Este resultado pode ser explicado pelo menor tempo de cozedura e consequente menor dissolução de produto nesta etapa.

*Tabela 9 - Balanços de massa global feito ao processo da farinha de castanha cozida CZ3*

Corrente de entrada	m (kg)	Corrente de saída	m (kg)	$\eta$ (%)
Subproduto de castanha congelada	100	Farinha de castanha	38,1	38,1
		Sólidos grosseiros (1ª peneiração)	1,6	1,6
		Sólidos menos grosseiros (2ª peneiração)	0,3	0,3
		Castanha parte escura (sub 2)	5,1	5,1
		Perdas (incluindo água de constituição)	55,1	55,1

## 5.2. Composição da farinha de castanha

Para todas as farinhas obtidas foram realizadas análises composicionais de forma a perceber até que ponto o processo produtivo poderia influenciar a sua composição e qualidade. A Tabela 10 apresenta os resultados médios da avaliação composicional, em base seca e base húmida para as farinhas produzidas.

No que diz respeito à humidade, todas as farinhas apresentaram valores muito próximos (6,95% para a CZ1, 6,42% para a CZ3 e 7,13% para a CC, bh) com exceção da CZ2 (0,48%, bh). O tempo de cozedura superior (50 min) no caso desta farinha pode ter contribuído para este resultado. A farinha CZ2 advém apenas do puré formado durante a cozedura do subproduto. As suas partículas são muito pequenas em relação ao subproduto inteiro e até mesmo quando esmagado à mão, facilitando o processo de secagem (maior área de contato). Uma vez que as condições de secagem foram sempre as mesmas e tendo o puré uma maior área de contato, é natural que este fique mais seco.. Segundo a Portaria nº254/2003 de 19 de março que estabelece normas para o fabrico de farinhas, o valor máximo de humidade para farinhas de trigo, milho e arroz é de 14,5%. Embora a farinha de castanha não seja legislada, achou-se que esta é uma norma a ter em consideração e como tal, os valores obtidos para a humidade enquadra-se nos valores estabelecidos.

Em relação ao teor de proteína, as farinhas CZ1 e CZ2 são as que apresentam valores mais baixos (3,60% e 3,62% respetivamente, bh) e também muito idênticos entre si. A farinha CZ3 (3,80%, bh) também apresenta um resultado muito próximo do da farinha CZ1. Já a farinha CC foi a que obteve valores mais distantes das restantes farinhas, com 4,92% de proteína (bh). Comparando os resultados obtidos com o valor de referência para o teor de proteína em castanha pilada (seca) (INSA, 2016), (5,1%, bh), apercebemo-nos que a farinha CC (4,92%, bh) é a que se aproxima mais desse valor. Estes resultados mostram que quanto maior é o tempo de cozedura do subproduto, maior é a perda de material proteico.

Quanto à fibra, as farinhas CC e CZ3 foram as que apresentaram os valores mais elevados (10,0% e 10,2%, respetivamente) (Tabela 10). Em comparação com os valores do INSA (2016) para a castanha pilada (11,3%, bh), os resultados obtidos para qualquer uma das farinhas são da mesma ordem de grandeza.

No caso da cinza (Tabela 10), a farinha CZ1 foi a que apresentou valor mais elevado (2,88%, bh) e mais distante dos resultados das outras farinhas (1,55% para a CC, 1,11% para a CZ2 e 1,22% para a CZ3, bh). Os valores de cinza das farinhas CC, CZ2 e CZ3 são muito próximos do valor de referência para o miolo de castanha (1,1%, bh) (INSA,

2016), ao passo que o da farinha CZ1 é mais próximo do valor de referência para a castanha pilada (2,1%, bh). A legislação estabelece o limite máximo para o teor de cinzas presente em farinhas de trigo, centeio e milho. Estes valores variam consoante o tipo de farinha, podendo ir de 0,5% até 2,5% em base seca (Portaria nº 254/2003 de 19 de março) e influenciam principalmente a cor do produto final, sendo que quanto maior é o teor de cinzas, mais escuro se torna o produto (Nitzke, s.d.). No caso da farinha de castanha, uma vez que não se encontra legislada, torna-se difícil estabelecer comparações, no entanto pelos valores legislados apenas a farinha CZ1 estaria completamente fora do estabelecido e todas as farinhas dariam origem a produtos mais escuros do que quando se utilizam farinhas como a de trigo.

O teor de gordura das farinhas produzidas (Tabela 10), com exceção da farinha CZ2 (1,31%, bh), são bastante próximos (2,28% para a CC, 2,76% para a CZ1 e 2,68% para a CZ2, bh). Mais uma vez, o tempo de cozedura poderá ser responsável por este desvio, perdendo-se maior quantidade de matéria gorda na água de cozedura. Aliás, esta farinha apresentou, passados 10 dias após a produção, um cheiro característico a ranço, não detetável nas outras farinhas que foram armazenadas em idênticas condições. Podemos pressupor que neste caso houve maior oxidação das gorduras que estiveram sujeitas durante mais tempo a temperaturas mais elevadas. Em comparação com os valores de referência para a castanha pilada (2,0%, bh) (INSA, 2016), não se verificam desvios apreciáveis para as farinhas CC, CZ1 e CZ3.

Tabela 10 - Resultados das análises composicionais feitas às farinhas obtidas, expressa em base húmida e em base seca

	CC		CZ1		CZ2		CZ3		Valores de referência para castanha pilada (INSA, 2016)
(%)	Base húmida	Base seca	Base húmida	Base seca	Base húmida	Base seca	Base húmida	Base seca	Base húmida
<b>Humidade</b>	7,13±0,06 a	-	6,95±0,15 ab	-	0,48±0,11 c	-	6,42±0,13 b	-	9,90
<b>Extrato seco</b>	-	92,87±0,06 a	-	93,05±0,15 ab	-	99,52±0,11 c	-	93,58±0,13 b	90,1
<b>Proteína</b>	4,92 ± 0,01	5,29±0,02 c	3,60 ± 0,05	3,86±0,05 ab	3,62±0,05	3,64±0,05 a	3,80±0,08	4,06±0,08 b	5,10
<b>Fibra</b>	10,00*	10,77*	8,56*	9,20*	9,04±0,99	9,08 ± 0,99	10,20±1,25	10,90±1,33	11,30
<b>Cinza</b>	1,55±0,02	1,67±0,02 c	2,88 ± 0,03	3,09±0,04 d	1,11±1,11	1,12±0,02 a	1,22±0,02	1,30±0,02 b	2,10
<b>Gordura</b>	2,28±0,12	2,46±0,12 ab	2,76±0,2	2,97±0,22 b	1,30±0,35	1,31±0,35 a	2,68±0,02	2,86±0,02 b	2,00
<b>ENA</b>	74,12±0,08	79,81±0,13 a	75,26±0,42	80,92±0,29 ab	84,45±0,81	84,87±0,70 b	75,77±1,29	80,90±1,24 ab	70,00

\*Devido à discrepância de resultados nos ensaios feitos a estas farinhas, desprezou-se um dos ensaios, razão pela qual não é apresentado desvio padrão. ENA – Extratos não azotados (hidratos de carbono). Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ )



### 5.3. Qualidade da farinha de castanha

Tal como foi referido anteriormente, para além das análises composicionais, foram analisados outros parâmetros para avaliar a qualidade das farinhas. A cor,  $a_w$ , pH e o índice de sedimentação foram apenas analisados após produção, mas a acidez alcoólica e o índice de peróxidos foram monitorizados durante o armazenamento das farinhas.

Na Tabela 11 encontram-se os valores médios obtidos nas coordenadas da cor. Este parâmetro é importante para o consumidor final, que no caso da castanha tem preferência por farinhas mais claras.

Tabela 11 - Cor ( $L^*a^*b^*$ ) das farinhas de castanha

	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>CC</b>	76,30 ± 0,00 d	1,20 ± 0,16 a	14,63 ± 0,13 b
<b>CZ1</b>	72,57 ± 0,05 b	3,50 ± 0,25 b	13,37 ± 0,19 a
<b>CZ2</b>	68,93 ± 0,09 a	3,43 ± 0,13 b	13,83 ± 0,13 a
<b>CZ3</b>	74,80 ± 0,00 c	1,73 ± 0,17 a	14,77 ± 0,05 b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Dos resultados obtidos podemos verificar que a farinha que não foi submetida a cozedura (CC) apresenta maior luminosidade ( $L^*$ ), e por isso é mais clara, seguindo-se a farinha CZ3, CZ1 e por último a farinha CZ2 (mais escura). Os valores de  $a^*$  nas farinhas CZ1 e CZ2 são maiores do que os das farinhas CZ3 e CC, ou seja, com uma componente maior do tom vermelho nas primeiras. No que diz respeito aos valores de  $b^*$  são as farinhas CZ1 e CZ2 que apresentam menores contribuições do tom amarelo.

Globalmente as farinhas provenientes de subproduto cozido são significativamente mais escuras, sendo a proveniente da cozedura mais longa aquela que mais se destaca. Aqui estão patentes os efeitos do tempo e da temperatura sobre as reações de acastanhamento, essencialmente reações de Maillard.

Quanto à atividade da água ( $a_w$ ), de todos os resultados obtidos (Tabela 12), o que se distancia mais é o da farinha CZ2 com um valor muito próximo de 0 (0,08). Neste caso o valor obtido para  $a_w$  corrobora o teor de humidade significativamente mais baixo desta farinha comparativamente com as outras (0,44 para a farinha CC, 0,46 para a farinha CZ1 e 0,43 para a farinha CZ3). Face a estes resultados podemos afirmar que, para qualquer uma das farinhas, a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos é muito reduzida, pois todas apresentam valores muito a abaixo de 0,7 (Dias, 2006).

Em relação ao pH, todas as farinhas produzidas apresentam valores superiores a 4,5, ou seja, com carácter de alimento pouco ácido (Tabela 13). Mais uma vez a farinha CZ2 é a que tem um valor significativamente mais baixo (5,73). Ainda assim, é de referir que todas as farinhas provenientes do cozimento de castanha apresentam pH mais baixo (6,06 para a farinha CZ1, 5,73 para a CZ2 e 6,04 para a CZ3) que a farinha feita a partir de castanha crua (6,13).

O índice de sedimentação é utilizado para estimar o potencial de panificação de uma farinha (força do glúten). A quantidade e qualidade do glúten estão diretamente relacionadas e vão influenciar a performance da farinha no desenvolvimento da massa e nas características funcionais dos alimentos a produzir (pão, bolos, bolachas, etc). Apesar da farinha de castanha não ter glúten na sua constituição, considerou-se importante avaliar este parâmetro na perspetiva de poder inferir sobre as propriedades funcionais desta farinha. Na Tabela 12 encontram-se os intervalos dos valores do índice de sedimentação (Zanely) e a respetiva classificação da qualidade da farinha em relação à força do glúten (Guarienti, 1996).

*Tabela 12 - Classificação da qualidade do glúten e respetivos intervalos de valores de Índice de sedimentação (Guarienti, 1996).*

Classificação	Índice de Sedimentação – Zeleny (mL)
Muito forte	$\geq 45$
Forte	44 - 36
Média	35 - 28
Fraca	$\leq 27$

Os valores obtidos nesta análise para as farinhas produzidas encontram-se na Tabela 13 que, comparados com os valores da Tabela 12, verifica-se que para qualquer uma das farinhas de castanha a classificação atribuída é de fraca, pois todos os valores de sedimentação encontram-se abaixo de 27. Por esta razão podemos dizer que o uso destas farinhas não é adequado à panificação, mas em contrapartida são boas para o fabrico de pastelaria e bolachas (Guarienti, 1996). Estes resultados são espectáveis, uma vez que a castanha não contém glúten, apesar dos teores de proteína serem próximos dos 5% (bs). Além disso, verifica-se também que o tipo de processo utilizado para obter farinha não tem grande influência nos resultados finais deste parâmetro.

*Tabela 13 - Resultados obtidos nas análises ao  $a_w$ , pH e índice de sedimentação.*

	$a_w$	pH	Índice de sedimentação (mL)
CC	0,44 $\pm$ 0,35 b	6,13 $\pm$ 0,03 b	17,50 $\pm$ 0,50 b
CZ1	0,46 $\pm$ 0,90 b	6,06 $\pm$ 0,03 b	16,00 $\pm$ 1,00 ab
CZ2	0,08 $\pm$ 0,30 a	5,73 $\pm$ 0,05 a	13,50 $\pm$ 0,50 a
CZ3	0,43 $\pm$ 0,15 b	6,04 $\pm$ 0,03 b	17,50 $\pm$ 0,50 b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

A acidez alcoólica é um indicador da frescura da farinha medindo os ácidos gordos livres presentes na mesma. Ao longo do tempo de armazenamento é normal o

aumento deste parâmetro (Sathe, 1999). Por esta razão foram realizadas análises à acidez alcoólica das farinhas ao fim de 13, 66 e 129 dias. Na Tabela 14 encontram-se os valores obtidos.

*Tabela 14 - Acidez alcoólica (g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/100g) às farinhas de castanha ao longo do tempo de armazenamento.*

	Dia 13		Dia 66		Dia 129	
	Base húmida	Base seca	Base húmida	Base seca	Base húmida	Base seca
<b>CC</b>	0,14	0,15	0,09	0,10	0,12	0,13
<b>CZ1</b>	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09
<b>CZ2</b>	0,06	0,06	0,03	0,03	0,05	0,05
<b>CZ3</b>	0,07	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05

Pode verificar-se que ao longo do tempo de armazenamento não houve grandes alterações na acidez alcoólica das farinhas. Esta varia entre 0,03 e 0,14 (bh) g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/100 g de farinha CZ2 e farinha CC, respetivamente.

De acordo com a legislação portuguesa para farinhas, dependendo do tipo de farinha, o valor máximo estabelecido para a acidez alcoólica varia entre 0,100 e 0,230 gH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/100 g (Portaria nº 254/2003 de 19 de março). Embora a farinha de castanha não esteja incluída na legislação, foram tidos em conta os valores nela apresentados. Como se pode verificar (Tabela 14), a farinha que apresenta maior acidez alcoólica é a farinha CC. Ainda assim apresenta valores que se enquadram nos intervalos legislados.

No que diz respeito ao índice de peróxidos, foi necessário fazer uma extração a frio da gordura das farinhas. Uma vez que já tinha sido feita uma análise à gordura com extração a quente (método oficial), fez-se uma comparação entre os valores obtidos pelos dois métodos (Tabela 15).

Como se pode verificar, os valores obtidos para a gordura com extração a frio são superiores aos obtidos pelo método de extração a quente, com exceção da farinha CC. Estes resultados podem ser explicados pela alta polaridade apresentada pela

mistura de solventes da extração a frio (clorofórmio e metanol) que leva a uma extração mais eficiente de lípidos polares e apolares (Brum, 2009).

Para o índice de peróxidos foram tidos em conta os valores de gordura através da extração a frio (tal como o método descrevia). Para uma melhor avaliação das farinhas, o índice de peróxidos foi feito três vezes, uma passados 41 dias da produção, outra passados 66 dias e a última após 129 dias. Na Tabela 15 encontram-se os resultados obtidos nesta análise.

*Tabela 15 - Teor de gordura das farinhas de castanha aplicando o método de extração a quente e a frio e índice de peróxidos das mesmas durante o tempo de armazenamento.*

	% gordura				Índice de peróxidos		
	extração a quente		extração a frio		(meq oxigénio ativo/kg óleo)		
	bh	bs	bh	bs	Dia 41	Dia 66	Dia 129
<b>CC</b>	2,28 ± 0,12	2,46 ± 0,12	1,00	1,08	30,30	50,00	75,00
<b>CZ1</b>	2,76 ± 0,20	2,97 ± 0,22	3,00	3,22	58,33	33,33	41,67
<b>CZ2</b>	1,30 ± 0,35	1,31 ± 0,35	3,50	3,52	150,38	142,86	207,14
<b>CZ3</b>	2,68 ± 0,02	2,86 ± 0,02	4,00	4,27	22,06	18,75	18,75

No que diz respeito aos valores obtidos para o índice de peróxidos, o óleo extraído da farinha CZ2 foi o que apresentou valores mais elevados. Este resultado está de acordo com o odor desta farinha, já que era evidente um aroma forte a ranço.

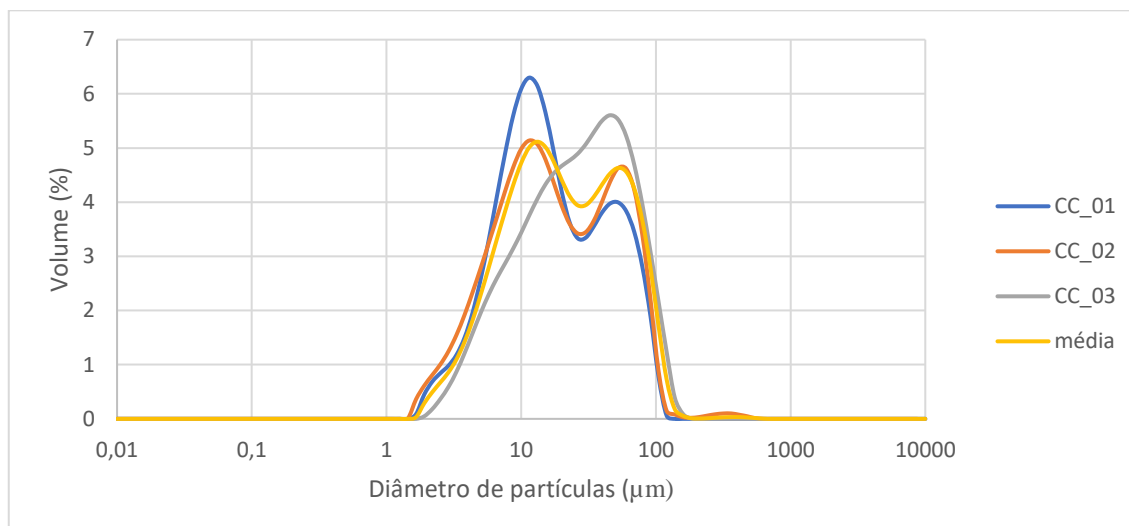
Não são conhecidos valores máximos para o índice de peróxidos para farinhas em específico, nem para óleo de castanha. Os únicos valores legislados em Portugal são para outros tipos de óleos e gorduras, como por exemplo óleo de amendoim, arroz, bolota, soja, etc., que têm como valores máximos permitidos entre 10 e 15 meq oxigénio ativo/kg de óleo (Decreto-Lei nº 106/2005 de 29 de junho). Ao guiarmo-nos por estes valores, todos os resultados obtidos estão fora do permitido, sendo que a farinha CZ3 foi a que apresentou valores mais próximos dos admitidos por lei (18,75 meq de oxigénio

ativo/kg óleo no dia 129). No entanto é necessário ter em consideração o facto de não ter havido restrições à luz durante o armazenamento das farinhas e que, mesmo assim, não houve grandes alterações nos valores do índice de peróxidos. É também importante referir que apenas a farinha CZ2 tinha odor intenso a ranço, tal como foi referido anteriormente. Uma vez que o teor de gordura na castanha não é muito elevado, é natural que aquando a rancificação da mesma, de forma ligeira, tal não seja perceptível ao odor.

#### **5.4. Granulometria**

Os resultados obtidos para a distribuição de tamanhos das partículas da farinha CC através do método de difração laser mostram que a dimensão das mesmas está compreendida entre aproximadamente 2 e 631  $\mu\text{m}$ . As partículas com dimensões entre 13 e 50  $\mu\text{m}$  são as que representam maior % volume equivalente. Os resultados podem ser observados na Figura 9.

Podemos verificar que houve alguma discrepância nos resultados obtidos por esta técnica entre os vários ensaios realizados. Enquanto que no ensaio CC1 e CC2 se observa uma distribuição bimodal relativa ao volume de partículas, com valores máximos aos 10 e 80  $\mu\text{m}$ , respetivamente, no ensaio CC3 as partículas de menor dimensão já não são tão evidentes. Como se verificou que nos dois primeiros ensaios uma parte das partículas não estava a ser analisada, no terceiro ensaio tentou-se minimizar este efeito aumentando também a quantidade de dispersante.



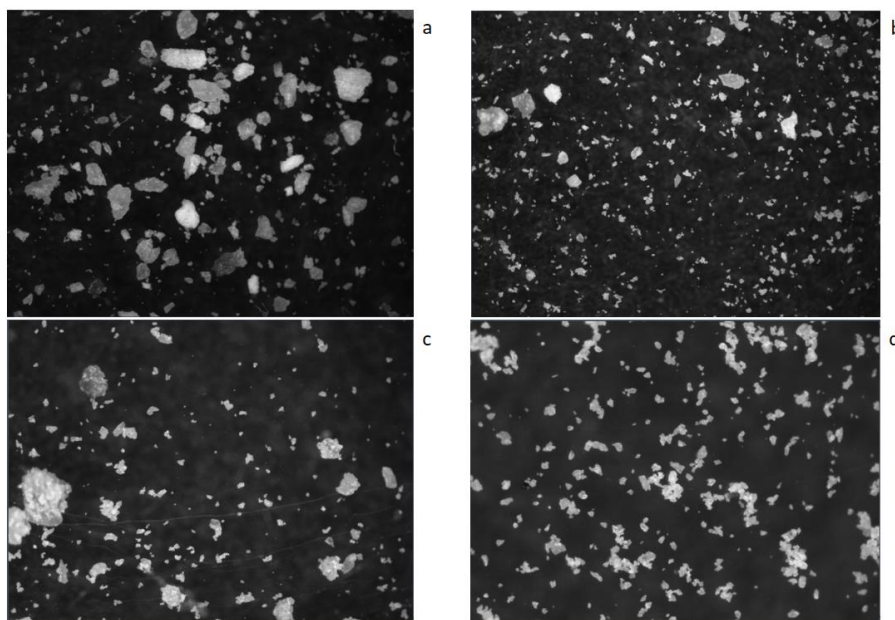
*Figura 9 - Resultados obtidos na análise de granulometria através de difração laser*

No entanto, mesmo assim não foi ultrapassada a dificuldade de se conseguir suspender as partículas da farinha durante a análise por difração. Parte das partículas acabavam por ficar depositadas no fundo do balão onde era preparada a suspensão, não permitindo analisar partículas de maior dimensão. Borges (2006) refere que partículas finas e uniformes de farinha promovem maior dispersividade na formação da massa durante o desenvolvimento da mesma no produto final. O controlo da granulometria das partículas e a sua distribuição na farinha, em particular das partículas maiores, deve ser controlado pois são estas que podem vir a comprometer o sucesso no fabrico de produtos alimentares à base de farinha. Segundo Perez e Germani (2004) a distribuição granulométrica da farinha de trigo apresenta 82,15% de partículas com tamanho menor que 140 μm. Caso o método por difração laser pudesse caracterizar todas as partículas existentes nas farinhas produzidas poderíamos dizer que este critério era muito semelhante ao da farinha de trigo. No entanto, como uma parte ainda significativa de partículas de farinha ficaram por analisar por esta técnica por serem de maiores dimensões, a sua caracterização teve que fazer uso ao método de análise de imagem.

Os resultados obtidos pelo método de análise de imagem podem ser observados na Figura 10 e a correspondente distribuição de tamanhos na Figura 11.

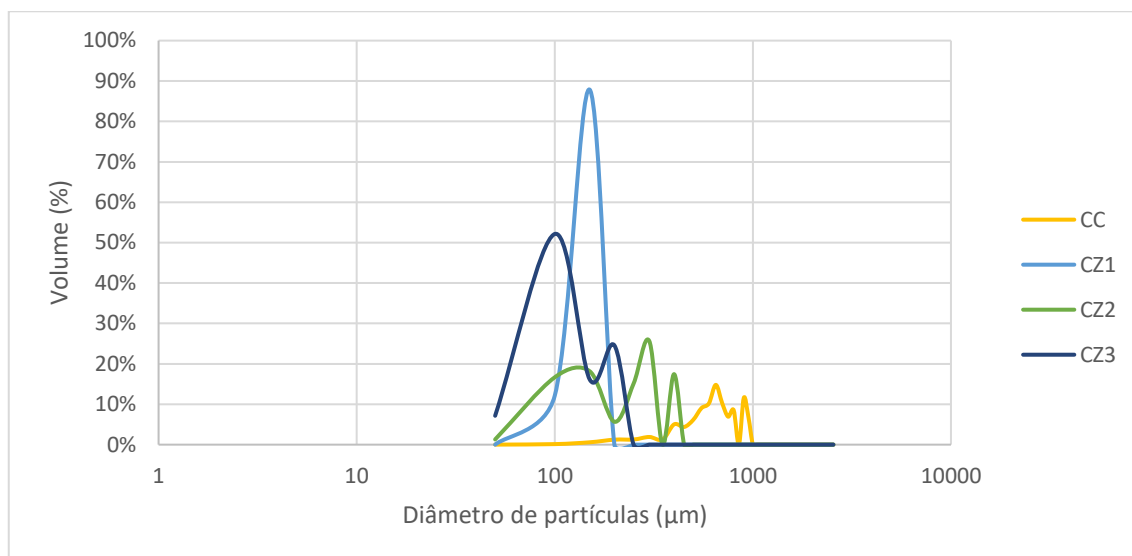
Os valores obtidos para a farinha CC estão compreendidos entre 100 e 950  $\mu\text{m}$ , sendo que partículas com 650  $\mu\text{m}$  ocupam maior percentagem de volume. Comparando estes valores com o resultado obtido pela análise difração a laser, verifica-se que partículas de maior dimensão não tinham sido realmente contabilizadas.

Para a farinha CZ1, as partículas apresentaram dimensões compreendidas entre 101 e 750  $\mu\text{m}$ , com um máximo ao 450 e 550  $\mu\text{m}$ . A farinha CZ2 apresentou mais partículas com menor dimensão (50  $\mu\text{m}$  - 400  $\mu\text{m}$ ), sendo que as de aproximadamente 400  $\mu\text{m}$  ocorreram em maior quantidade. Em relação à farinha CZ3, apresentou partículas com menos de 50  $\mu\text{m}$  até 200  $\mu\text{m}$ , sendo partículas com cerca de 100  $\mu\text{m}$  a ocuparem maior % volume equivalente.



*Figura 10 - Análise de imagem: a) farinha CC; b) farinha CZ1; c) farinha CZ2; d) farinha CZ3.*





*Figura 11 Resultados obtidos na análise à granulometria das farinhas por imagem*

Comparando os resultados obtidos para as diferentes farinhas, é notório que as farinhas que passaram por um processo de cozedura apresentam partículas com menores dimensões que a farinha feita a partir de subproduto cru. A dimensão das partículas da farinha CC resulta essencialmente da distância entre as mós e do fluxo de castanha que alimenta o moinho, que por sua vez aumenta ou diminui o tempo de moagem. No caso das farinhas CZ1, CZ2 e CZ3, feitas a partir de subproduto de castanha cozido, o próprio processo de cozedura faz com que haja redução das partículas às dimensões dos grânulos de amido na matriz da castanha, ou seja, o tamanho das partículas de farinha não depende apenas da fase de trituração/moagem. Além disso, durante a cozedura os pedaços mais negros e rijos da castanha não se desfazem, facilitando o processo de trituração.

## 6. Conclusão

Com este trabalho verificou-se que a produção de farinha de castanha a partir de subproduto do processo de congelação da mesma é uma opção viável.

Ao serem testados dois processos de fabrico diferentes, um a partir de subproduto cru e outro a partir de subproduto cozido (a diferentes tempos de cozedura), as características das farinhas obtidas são afetadas ao nível da composição, rendimento e dimensão de partículas.

No que diz respeito à composição das farinhas produzidas, verificou-se que, de uma forma geral, as provenientes do processo em que o subproduto é cozido apresentam algumas perdas, principalmente ao nível da proteína e da gordura. Quanto à cor, pH e índice de sedimentação, todas as farinhas apresentaram resultados semelhantes com exceção para a farinha CZ2, onde o subproduto foi sujeito ao processo de cozedura com maior duração (50 minutos).

Também durante o período de conservação/tempo de prateleira, comprovou-se que, mesmo expostas à luz, as farinhas produzidas são estáveis durante pelo menos 129 dias, comprovado pela evolução da acidez alcoólica e índice de peróxidos, apresentando a farinha CZ3, aquela que permaneceu apenas 10 minutos em processo de cozedura, os melhores resultados.

Ao nível do rendimento e da granulometria foram observadas as principais diferenças entre as diferentes metodologias de processamento de farinha de castanha estudadas, sendo a metodologia seguida para a produção de farinha a partir de subproduto cru (CC) aquela em se alcançaram os rendimentos de produção mais elevados e a metodologia de cozimento dos subprodutos aquela que produziu farinhas com partículas de granulometria mais fina.

No futuro seria interessante testar a estabilidade destas farinhas a diferentes temperaturas de armazenamento e luminosidade e ainda elaborar produtos a partir das farinhas produzidas por estas metodologias, de forma a perceber as diferenças que possam apresentar no que diz respeito ao sabor e à funcionalidade da farinha como parte integrante desses alimentos.

## Bibliografia

ANTUNES, Henedina [et al.] – Primeira determinação da prevalência de doença celíaca numa população portuguesa. **Acta Médica Portuguesa**. [Em linha]. Nº19 (2006), p.115-120. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/920/593>

APC, Associação Portuguesa de Celíacos – **Prevalência e incidência**. [Em linha]. [S.l.]: APC. [Consult. Fev. 2017]. Disponível em <https://www.celiacos.org.pt/doenca-celiaca/prevalencia.html>.

APH, Associação Portuguesa de Horticultura - Entrevista: Sortegel, preparação e congelação da castanha. **Revista da APH**. [Em linha]. N.91 (2007), p. 9-13. [Consult. Jul 2017]. Disponível em [http://www.aphorticultura.pt/uploads/4/8/0/3/48033811/revista\\_91\\_entrevista.pdf](http://www.aphorticultura.pt/uploads/4/8/0/3/48033811/revista_91_entrevista.pdf). ISSN 1646-1290.

BORGES, João [et al.] – Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**. [Em linha]. V.24, n. 1 (2006), p. 145-162. [Consult. Agosto 2017]. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v24i1.5286>. ISSN 19839774.

BORGES, Olga [et al.] – **Avaliação e caracterização de variedades de castanheiro: na área da DRAP Norte**. DRAPN. Mirandela: NDPR, 2007. (Uma agricultura com norte). ISBN 978-972-8506-68-1.

BRUM, Aelson [et al.] – Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**. [Em linha]. Vol. 32, n. 4 (2009). [Consult. Agosto 2017]. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000400005>. ISSN 1678-7064.

CAROCHO, Márcio [et al.]– **Influência da radiação de feixe de eletrões no teor em açúcares da castanha (*Castanea sativa* Mill.)**. [Em linha]. In Encontro Nacional de Química dos Alimentos, 11, Bragança, 2012. [Consult. Jun. 2017]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10198/7818>. ISBN 978-972-745-141-8.

CHOUPINA, Altino – **Possibilidades de utilização da farinha de castanha produção de extrudidos**. [Em linha]. Lisboa: UTL, 1993. Dissertação de mestrado. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10198/6188>.

CHOUPINA, Altino; SILVA, Fátima – **A importância alimentar da castanha**. **Revista Portuguesa da Nutrição**. [Em linha]. Vol. IV, nº3 (1992), p.31-35. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10198/10558>.

CLARA, Ana – **Em Mêda há um projeto que valoriza a castanha portuguesa**. [Em linha]. Porto: Publindústria, 2015. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://www.agronegocios.eu/noticias/em-meda-ha-um-projeto-que-valoriza-a-castanha-portuguesa/>.

COSTA, Rita [et al] – **Variedades de castanha das regiões centro e norte de Portugal**. Lisboa: Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I. P., 2008. ISBN 978-989-95658-2-1.

CRUZ, Bruno – **Isolamento e caracterização do amido de castanha**. [Em linha]. Vila Real: UTAD, 2012. Dissertação de mestrado. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em [https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/2916/1/msc\\_btrcruz.pdf](https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/2916/1/msc_btrcruz.pdf).

DELGADO, Teresa [et al.]– Produção de snacks de castanha. **Voz do Campo**. Castelo Branco. Nº 182 (2015), p. 5.

Decreto-Lei nº 106/2005 de 29 de junho. **Diário da República – I Série A**. Lisboa: Ministério da agricultura, do desenvolvimento rural e das pescas.

DIAS, Joaquim – **A importância da atividade da água nos alimentos**. [Em linha]. Lisboa: HiperSuper, 2006. [Consult. Agosto 2017]. Disponível em [http://www.hipersuper.pt/2006/12/08/A\\_importancia\\_da\\_actividade\\_da/](http://www.hipersuper.pt/2006/12/08/A_importancia_da_actividade_da/).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations – **Crops**. [Em linha]. [S. l.]: FAO, 2014. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

FDA, U. S. Food and Drug Administration – **Guidance for industry: a food labeling guide**. [Em linha]. Silver Spring: FDA, 2013. Actual. 20.08.2015 [Consult. Maio 2017]. Disponível em

<https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm064928.htm>.

FONSECA, Catarina Alexandra – **Resultados projeto PRODER 53590**. 2016. Acessível na Escola Superior Agrária de Coimbra, Coimbra, Portugal.

FONSECA, Catarina Alexandra – **Caracterização física e nutricional da castanha portuguesa variedade Longal: valorização dos subprodutos do processamento da castanha congelada**. Coimbra: ESAC, 2015. Relatório de estágio profissionalizante.

GPP, Gabinete de Planeamento e Políticas – **Castanha**. [Em linha]. [S.l.]: MADRP, 2007. [Consult. Maio 2017]. Disponível em <http://www.isa.utl.pt/files/pub/destaques/diagnosticos/Castanha.pdf>.

HART, F. L.; FISHER, H. – **Análisis moderno de los alimentos**. Traduzido por Justino González. Zaragoza: Editorial Acribia, [S.d.].

GUARIENTI, Eliana Maria – **Qualidade industrial de trigo**. [Em linha]. 2ª ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. [Consult em Maio 2017]. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/849741/1/CNPTDOC.2796.pdf>. f. ISSN 0101-6644.

INE, I. P. – **Estatísticas Agrícolas 2015**. [Em linha]. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I. P., 2016. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=271434407&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=271434407&PUBLICACOESmodo=2) . ISBN 978-989-25-0360-8.

INFOPÉDIA, Artigos de apoio – **Fagáceas**. [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2017. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em [https://www.infopedia.pt/\\$fagaceas](https://www.infopedia.pt/$fagaceas) .

INSA, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – **Tabela de composição dos alimentos: castanha**. [Em linha]. Lisboa: INSA, 2015. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://portfir.insa.pt/foodcomp/search?searchString=castanha&comparisonOperator=0>.

IS:1155. 1968 - **Specification for wheat ATTA**. [Em linha]. Nova Deli: Food and Agriculture Department of India. [Consult. Fev. 2017]. Disponível em <https://archive.org/stream/gov.in.is.1155.1968/is.1155.1968#page/n3/mode/2up>.

LLOYD, L. E.; MCDONALD, B.E.; CRAMPTON, E. W. – **Fundamentals of nutrition**. 2ª ed. São Francisco: W. H. Freeman and Company, 1978.

MATOS, Alda – **O sistema de comercialização de castanha da terra fria transmontana e sua cadeia de valor**. [Em linha]. Vila Real: UTAD, 2003. Dissertação de mestrado. [Consult. Jun. 2017]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10198/930>.

NASCIMENTO, Kamila; BARBOSA, Maria; TAKEITI, Cristina – Doença celíaca: sintomas, diagnóstico e tratamento nutricional. **Saúde em Revista** [Em linha]. V.12, n.30 (2012), p.53-63. [Consult. Fev. 2017]. Disponível em <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/sr/article/view/85/536>. ISSN 2238-1244.

NITZKE, Júlio [et al.] – **Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo: cinzas**. [Em linha]. Porto Alegre: ICTA, s.d.. [Consult. Agosto 2017]. Disponível em <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/1c.php>.

PANREAC – **Métodos oficiales de analisis: cereales, derivados de cereales y cerveza**. Espanha: [S.n.], [1990]. (Métodos analíticos en alimentaria).

PEREZ, Patrícia; GERMANI, Rogério – Farinha mista de trigo e beringela: características físicas e químicas. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**. [Em linha]. V.22, n. 1 (2004), p. 15-24. [Consult. Agosto 2017]. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v22i1.1176>. ISSN 19839774.

Portaria nº 254/2003 de 19 de março. **Diário da República – I Série B**. Lisboa: Ministérios da economia, da agricultura, desenvolvimento rural e pescas, da saúde e das cidades, ordenamento do território e ambiente.

RAMALHOSA, Elsa; ANTÓNIO, Amílcar; BENTO, Albino – **Conservação da castanha: o presente e o futuro**. [Em linha]. In Feira Internacional do Norte: Norçaça, Norpesca &

Norcastanha, 9, Bragança, 2010. [Consult. Jun. 2017]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10198/3976>.

REAL, Helena; BARBOSA, Mariana; CARVALHO, Teresa – **Massas alimentícias, uma abordagem técnica e científica**. [Em linha]. [S.l.]: Associação Portuguesa dos Nutricionistas, 2014. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em [http://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/Ebook\\_Massas\\_Alimenticias.pdf](http://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/Ebook_Massas_Alimenticias.pdf). ISBN 978-989-8631-17-6.

ROSTOM, A. [et al.] – **Celiac Disease**. AHRQ: Evidence Report/Technology Assessment. [Em linha]. Nº 04-E029-1 (2004). [Consut. Jun.2017]. Disponível em <https://archive.ahrq.gov/clinic/epcsums/celiacsum.pdf>. ISSN 1530-440X.

SALES, Bruno Aguiar – **Produção de sucedâneos de cereais de pequeno-almoço ricos em compostos bioativos a partir de subprodutos da indústria agroalimentar**. [Em linha]. Lisboa: ISA, 2012. Dissertação de mestrado. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5359/1/DISSERTACAO%20MESTRAD O%20BRUNO%20SALES.pdf>.

SATHE, A. Y. – **A first course in food analysis**. Nova Deli: New Age International, 1999. ISBN 81-224-1194-0.

SILVA, Ana P. [et al] – **Castanha - um fruto saudável**. UTAD [etc.]: Vila Real, 2007. ISBN 978-972-669-850-0.

SILVA, Roberta C. – **Qualidade tecnológica e estabilidade oxidativa de farinha de trigo e fubá irradiados**. [Em linha]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. [Consult. Mar. 2017]. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-27112003-095446/pt-br.php>.

SOARES, Cláudia [et al.] – **Produtos para celíacos: a qualidade de vida dos doentes celíacos e condicionantes económicas associadas**. [Em linha]. Castelo Branco: INOVCLUSTER, 2014. [Consult. Fev. 2017]. Disponível em [http://www.inovcluster.pt/temps/relatorios/03\\_10\\_16\\_18\\_estudo\\_produtos\\_celacos\\_](http://www.inovcluster.pt/temps/relatorios/03_10_16_18_estudo_produtos_celacos_)

a\_qualidade\_de\_vida\_dos\_doentes\_celacos\_e\_consicionantes\_economicas\_associadas.pdf.

SORTEGEL – **Dados técnicos sobre rendimentos da transformação da castanha em castanha congelada** [Mensagem em linha] para Ivo Rodrigues. 25 jul. 2017. [Consut. Jul. 2017]. Comunicação pessoal.

SORTEGEL – **Empresa**. [Em linha]. [S.l.]: Sortegel, [s.d.]. [Consult. Maio 2017]. Disponível em <http://www.sortegel.com/empresa/empresa.htm>.

STATSOFT, INC. - **Statistica** (Electronic Statistics Textbook.), Tulsa, OK, 2013